



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

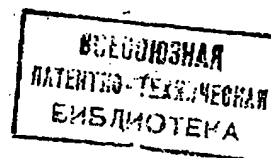
BEST AVAILABLE COPY

(19) SU (11) 1766845 A1

(51)5 C 02 F 1/14

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



1

(21) 4877698/26

(22) 27.08.90

(46) 07.10.92. Бюл. № 37

(75) В.В. Кузьмич, Э.К. Снежко и В.С. Яловец

(56) Патент США № 2455834,
кл. 202-234, 1986.

Авторское свидетельство СССР
№ 1151151, кл. C 02 F 1/14, 1989.

(54) СОЛНЕЧНЫЙ ПЛАВАЮЩИЙ ДИСТИЛЛЯТОР

(57) Использование: служит для получения питьевой воды из морской воды или из загрязненной воды водоемов. Сущность изобретения заключается в том, что надувной каркас дистиллятора снабжен светопрозрачными эластичным бандажом и нижним радиационным покрытием и выполнен в виде верхнего и нижнего тороидальных элементов, причем рабочая часть испарителя выполнена с возможностью плотного контакта с сопрягаемой поверхностью нижнего светопрозрачного покрытия, а фитильная часть испарителя пропущена между сопря-

2

гаемыми с ней поверхностями банджа и конденсатора, причем часть банджа служит верхним радиационным покрытием, а внутренние поверхности конденсатора и нижнего тороидального элемента, обращенные к рабочей части испарителя, снабжены слоем радиационного экрана, причем величина расстояния между рабочими поверхностями испарителя и конденсатора находится в диапазоне значений $5 \cdot 10^3 - 2 \times 10^2$, тороидальные элементы каркаса выполнены из конических разверток, а отверстие для слива дистиллята из конденсатора в приемный сосуд расположено в периферийной части рабочей поверхности конденсатора, крепежный фал установлен на бандже между тороидальными элементами, с диаметрально противоположной стороны относительно места расположения отверстия для слива дистиллята, причем рабочая часть конденсатора выполнена конической с центральным отверстием для слива дистиллята в приемный сосуд. 2 ил.

Изобретение относится к надувным солнечным (радиационным) дистилляторам и служит для получения питьевой воды из морской воды или из загрязненной воды водоема, используя энергию солнца (радиационного источника). Оно может быть использовано в первую очередь в портативных индивидуальных средствах аварийного спасения человека, а также для промышленного получения дистиллированной воды.

Известны гелиоопреснители, работающие по принципу дистилляторов, содержащие испаритель с обращенной к солнцу сферической или конической повер-

хностью испарения и соответствующей формы пленочное радиационное покрытие-конденсатор со сборником конденсата, расположенное над испарителем и создающее "парниковый эффект". В этих и в подавляющем большинстве других подобных опреснителях направление падающего лучистого теплового потока (солнца) противоположно направлению истечения образующегося пара из испарителя и теплового потока, отводимого через радиационное покрытие - конденсатор в окружающую среду при конденсации пара на внутренней поверхности конденсатора. Такая организация основного теплофизиче-

(19) SU (11) 1766845 A1

ского процесса в опреснителе обуславливает неустойчивые режимы его работы, значительное ограничение величины разности температур поверхностей испарителя и конденсатора — основного движущего потенциала процесса дистилляции, определяющего интенсивность последнего (на практике эта разность температур не превосходит 5–10°C), а также существенно уменьшает теплоподвод к опреснителю (испарителю) из-за ухудшения прозрачности радиационного покрытия-конденсатора, связанного с запотеванием последнего. Кроме того сферическая и коническая формы испарителя и конденсатора, помимо их конструктивной и технологической сложности, сильно уменьшают эффективность использования их полной рабочей поверхности, так как солнце достаточно интенсивно прогревает лишь небольшую часть (пятно или сектор) испарителя, освещаемую под большими углами падения солнечных лучей. Следует также отметить, что в указанных выше опреснителях организуется вынужденная подача опресняемой воды к испарителю, с излишками (для исключения засаливания испарителя), которые, прогреваясь, сливаются обратно в море (водоем) и тем самым увеличивают теплотери опреснителя, а следовательно, уменьшают его коэффициент полезного действия (КПД). Все это в конечном счете значительно уменьшает производительность опреснителей, усложняет их конструкцию и технологию изготовления.

Известен также гелиоопреснитель, в котором подача опресняемой воды к испарителю осуществляется только его капиллярным потенциалом. Аппарат состоит из надувного каркаса в виде тороидальных пленочных элементов и смонтированных на них банджа для фиксации конденсатора из полимерной пленки, гигроскопичного полотна испарителя, обтягивающего тороидальный элемент с образованием между ними дополнительных капиллярных каналов и установленного в аппарате с возможностью демонтажа. Этот аппарат достаточно портативен, но сложен в изготовлении и обладает всеми вышеперечисленными недостатками аналогов за исключением теплотери от излишков опресняемой воды, так как последние отсутствуют при капиллярной подаче морской воды к поверхности испарения.

Целью изобретения является увеличение производительности и коэффициента полезного действия дистиллятора, упрощение его конструкции и технологии изготовления.

Указанная цель достигается тем, что надувной каркас дистиллятора снабжен эластичным светопрозрачным банджом и выполнен в виде верхнего и нижнего пленочных тороидальных элементов, на которые натянуты, соответственно, нижнее светопрозрачное пленочное покрытие и испаритель с конденсатором. Рабочая часть испарителя выполнена с возможностью плотного контакта с сопрягаемой поверхностью нижнего светопрозрачного (радиационного) покрытия, а фитильная часть испарителя пропущена между сопрягаемыми с ней поверхностями банджа и конденсатора с образованием гидрозатвора и быстроразъемного крепления испарителя к каркасу при надуве последнего. При этом часть банджа служит верхним радиационным покрытием, а внутренние поверхности конденсатора и нижнего тороидального элемента, обращенные к рабочей части испарителя, покрыты слоем радиационного экрана для уменьшения лучистых теплотери дистиллятора. В предлагаемом нами дистилляторе основной теплофизический процесс организуется таким образом, что направления подводимого теплового потока солнца, истечения пара из испарителя и теплового потока от конденсации пара совпадают между собой, что обеспечивает устойчивую работу дистиллятора на всех режимах (без "запирания"). Кроме того в данном дистилляторе объем теплового ящика" и объем, в котором происходят фазовые переходы опресняемой воды, герметично изолированы друг от друга, что исключает запотевание радиационного покрытия "теплового ящика", а следовательно — увеличивает теплоотвод к дистиллятору от солнца. В связи с тем, что рабочая поверхность испарителя является плоской, то вся она облучается солнцем под одинаковым углом и равномерно прогревается.

Указанная цель достигается также тем, что величина расстояния между рабочими поверхностями испарителя и конденсатора находится в диапазоне значений $5 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-2}$ (м). Нижняя граница обусловлена конструктивными соображениями, а также размерами капель, которые могут появиться на поверхности конденсации. Верхняя граница определена расчетным путем из условия минимума теплотери в море (водоем) от дистиллятора за счет теплопроводности и лучистого теплообмена в объеме фазовых переходов аппарата при следующих исходных данных, осредненных в опыте: температура поверхности испарителя — 70°C; температура поверхности конденсации (морской воды) — 20°C. При этом под мини-

мумом теплотеря подразумевается величина, не превышающая 25% от диффузионного теплового потока пара от испарителя к конденсатору. Таким образом определенное выше расстояние между испарителем и конденсатором обеспечивает существенное увеличение производительности и КПД дистиллятора.

Указанная цель достигается также тем, что тороидальные элементы каркаса дистиллятора выполнены из конических разверток, т. е. оболочку каждого тороидального элемента сваривают из двух одинаковых пленочных заготовок, представляющих собой развертку усеченного конуса на плоскости, причем геометрические размеры этого конуса определяются размерами самого тора: диаметры большего и меньшего оснований конуса должны быть соответственно равны внешнему и внутреннему диаметрам тора, а длина заключенной между этими основаниями образующей конуса должна быть равна длине полуокружности кольца, вращением которого вокруг оси тора и образуется сам тор. Это значительно упрощает технологию изготовления тороидальных элементов и повышает их качество (отсутствие складок на поверхности этих элементов в надутым виде).

Указанная цель достигается также тем, что отверстие для слива дистиллята из конденсатора в приемный сосуд расположено в периферийной части рабочей поверхности конденсатора, а крепежный фал установлен на бандаже, между тороидальными элементами, с диаметрально противоположной стороны от места расположения отверстия для слива дистиллята. Таким образом наличие крепежного фала позволяет выполнить рабочую поверхность конденсатора плоской при малом весе груза на приемном сосуде, так как при этом натянутый фал обеспечивает необходимый наклон дистиллятора (в том числе и по отношению к солнцу). Это упрощает конструкцию

дистиллятора. Указанная цель достигается также тем, что при отсутствии фала рабочая часть конденсатора должна иметь коническую форму с центральным отверстием для слива дистиллята в приемный сосуд. Кроме того, при свободном положении дистиллятора на поверхности моря необходимо либо увеличить вес грузика на приемном сосуде, либо ввести дополнительную надувную стойку в конструкцию дистиллятора.

Простота конструкции и технологии изготовления предлагаемого дистиллятора по сравнению с прототипом и аналогами становится очевидной при рассмотрении одно-

го из возможных конкретных вариантов выполнения дистиллятора, представленного на фиг. 1. Дистиллятор состоит из двух пленочных надувных тороидальных элементов 1 и 2, формирующих и фиксирующих на себе, соответственно, прозрачный пленочный элемент 3 (нижнее радиационное покрытие) и пленочный элемент 4 (конденсатор), тонкостенный гигроскопичный испаритель 5 с фитилем, а также пленочный бандаж, фиксирующий перечисленные выше конструктивные элементы друг относительно друга и состоящий из соединенных между собой прозрачного элемента 6 (верхнего радиационного покрытия) и элемента 7. Таким образом дистиллятор образует два изолированных замкнутых объема: объем А "теплового ящика", объем Б фазовых переходов опресняемой воды. В конденсаторе 4 вмонтирована трубка со сборником дистиллята 8. Торовый элемент 2 снабжен пленочным отражателем дистиллята 9, а сборник 8 — грузиком 10 для полного погружения сборника в воду и удержания его в крайнем нижнем положении. В зависимости от наличия или отсутствия фиксации дистиллятора в наклонном рабочем положении фалом 11 за пояс 12 к какому-нибудь надводному средству предлагаются два варианта расположения сборника 8 дистиллята на днище-конденсаторе 4. При наличии такой фиксации сборник монтируется в периферийной части днища. При свободном же горизонтальном рабочем положении дистиллятора сборник 8 монтируется в центре днища 4. Последнее при этом выполнено в форме конуса. Причем необходимый конус днища в рабочем положении дистиллятора обеспечивается либо с помощью соответствующего увеличения веса грузика 10, либо установкой дополнительного конструктивного элемента — центральной надувной стойки 13 (на фиг. 1 этот вариант монтажа сборника изображен пунктиром).

В рабочем (плавающем) положении дистиллятора сборник 8 конденсата, наружная поверхность днища 4, соответствующая часть элемента 7 бандаж и фитильная часть испарителя 14 погружены в море, а рабочая (плоская или коническая) часть испарителя 5 расположена выше уровня воды в море, что исключает попадание воды внутрь аппарата самотеком. Прозрачная плоская стенка элемента 3 при этом обращена в сторону солнца.

Дистиллятор работает следующим образом. Запуск его в работу совпадает с моментом установки дистиллятора в рабочее положение. При этом морская вода поступает к рабочей части испарителя 5 по его фи-

тилю 14 благодаря капиллярному потенциалу гигроскопичной структуры его материала. Вода насыщает испаритель по направлению от его периферии к центру, что существенно уменьшает время запуска дистиллятора в работу и увеличивает верхнюю границу подводимого теплового потока для такого типа аппаратов (с капиллярной подачей воды в испаритель). Лучистый тепловой поток от солнца, проникая через прозрачные радиационные покрытия 6 и 3 (лучистый и кондуктивный теплоподвод), прогревает влажный испаритель до достаточно высокой температуры (для средних широт - до 70°C) и интенсифицирует процесс испарения морской воды в объем Б. При этом рабочая часть насыщенного морской водой испарителя и сопрягаемая с ней часть нижнего радиационного покрытия 3 под действием возрастающего давления нагреваемого воздуха "теплового ящика" А и водяного пара в объеме Б прижимаются друг к другу, обеспечивая тем самым плотный тепловой контакт между собой. Благодаря своему постоянному непосредственному контакту с морской водой температура конденсатора 4 (его плоской или конической рабочей части) почти не отличается от температуры воды в море. В результате этого между испарителем и конденсатором создается большая разность температур (50°C), что значительно интенсифицирует процессы диффузии и конденсации водяного пара, а значит и работу дистиллятора. Образующиеся пары воды, преодолевая гравитационные силы неразвитой естественной конвекции, диффундируют от горячего испарителя к более холодному днищу конденсатора и, конденсируясь на нем, стекают через сливные отверстия 15 в сборник дистиллята 8, отдавая морской воде теплоту конденсации. Ввиду огромной массы постоянно движущейся воды в море эта теплота практически не влияет на ее температуру, а следовательно, и на температуру конденсатора. Следует также отметить, что в процессе работы данного дистиллятора предотвращено попадание заборной морской воды внутрь аппарата из-за всевозможных волнений морской поверхности. Это обеспечивается созданием гидрозатвора, образуемого фитильной частью испарителя 14 и сопрягаемыми с ней поверхностями элементов 4 и 7 дистиллятора. Слой радиационного экрана 16, покрывающий внутренние поверхности конденсатора и нижнего тороидального элемента, обращенные к рабочей части испарителя, способствует значительному уменьшению лучистых тепловых потерь аппарата.

та. При этом, как показывают эксперименты и расчеты, основная часть (не менее 75%) подводимого к испарителю теплового потока при такой организации теплофизических процессов затрачивается на нагрев поступающей по испарителю морской воды и на ее испарение в объеме Б. Остальные 25% являются тепловыми потерями в водоем. Все это подтверждает высокую производительность и энергетический КПД предлагаемого дистиллятора.

В процессе эксплуатации дистиллятора его испаритель постепенно насыщается морской солью (засаливается), что препятствует капиллярной подаче воды к поверхности испарения. Расчеты и опыты показывают, что в средних широтах время непрерывной эффективной работы одного и того же испарителя (без его демонтажа и споласкивания в море) составляет примерно 40 ч. В данной конструкции дистиллятора предусмотрена возможность быстрого демонтажа испарителя с целью его дальнейшего ополаскивания в море (регенерации испарителя) и постановки обратно в дистиллятор в процессе его эксплуатации.

Технико-экономическая эффективность предлагаемого дистиллятора по сравнению с прототипом и аналогами обеспечивается простотой его конструкции, технологичностью, низкой материалоемкостью и значительно более высоким энергетическим КПД аппарата.

Формула изобретения

1. Солнечный плавающий дистиллятор, состоящий из надувного каркаса в виде тороидальных пленочных элементов, установленного с возможностью демонтажа, и смонтированных на нем испарителя из черного гигроскопического материала, конденсатора из полимерной пленки, пленочного сосуда для приема дистиллята и крепежного фала, отличающийся тем, что, с целью увеличения производительности и КПД дистиллятора, упрощения его конструкции и технологии изготовления, надувной каркас дистиллятора снабжен эластичным светопрозрачным бандажом и выполнен в виде верхнего и нижнего тороидальных элементов и испарителя с конденсатором, причем рабочая часть испарителя выполнена с возможностью плотного контакта с сопрягаемой поверхностью нижнего светопрозрачного покрытия, а фитильная часть испарителя пропущена между сопрягаемыми с ней поверхностями бандаж и конденсатора, причем часть бандаж служит верхним радиационным покрытием, а внутренние поверхности конденсатора и нижнего тороидального элемента, обращен-

ные к рабочей части испарителя, снабжены слоем радиационного экрана.

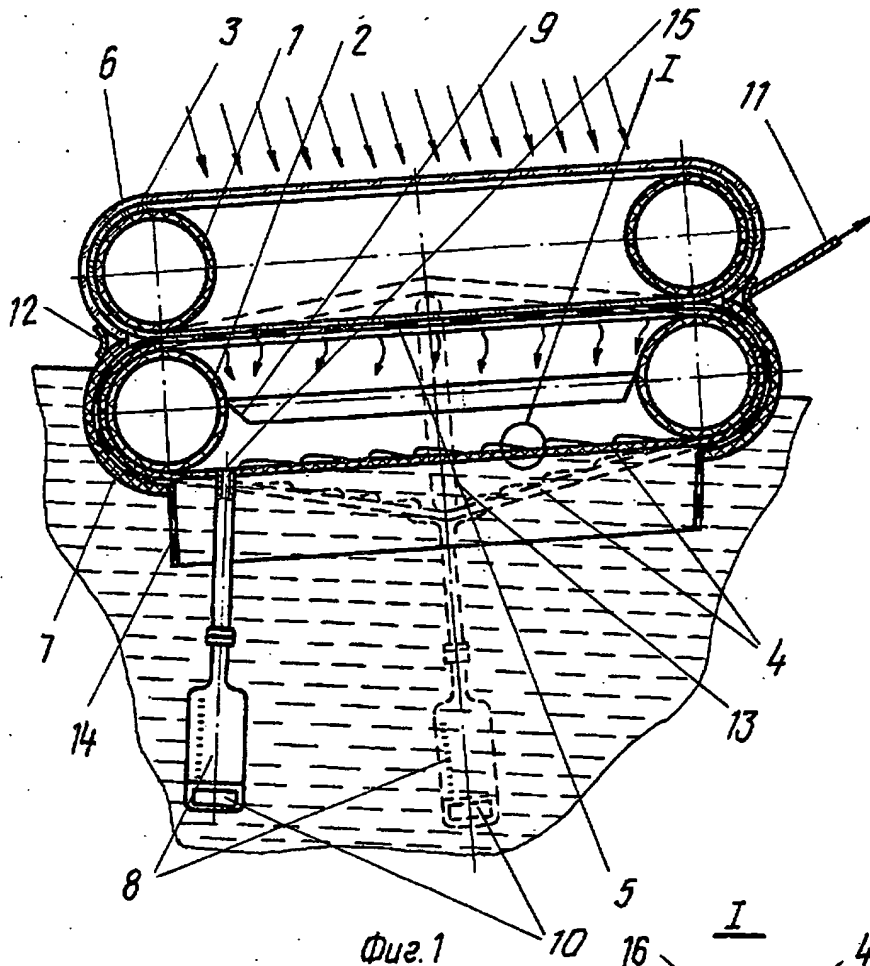
2. Дистиллятор по п. 1, отличающийся тем, что расстояние между двумя рабочими поверхностями испарителя и конденсатора находится в диапазоне значений $5 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-2}$ м.

3. Дистиллятор по пп. 1 и 2, отличающийся тем, что тороидальные элементы каркаса выполнены из конических разверток.

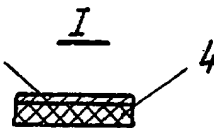
4. Дистиллятор по пп. 1-3, отличающийся тем, что отверстие для слива

дистиллята из конденсатора в приемный сосуд расположено в периферийной части рабочей поверхности конденсатора, а крепежный фал установлен на бандаже, между тороидальными элементами с диаметрально противоположной стороны относительно места расположения отверстия для слива дистиллята.

5. Дистиллятор по пп. 1-3, отличающийся тем, что рабочая часть конденсатора выполнена конической с центральным отверстием для слива дистиллята в приемный сосуд.



Фиг. 1



Фиг. 2

Редактор С. Кулакова

Составитель В. Яловец
Техред М. Моргентал

Корректор Е. Папп

Заказ 3516

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101